



(11) **EP 0 987 418 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

**(43) Veröffentlichungstag:**  
**22.03.2000 Patentblatt 2000/12**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **F02D 19/02**, **F23Q 7/00**

**(21) Anmeldenummer: 99115591.2**

**(22) Anmeldetag: 06.08.1999**

**(84) Benannte Vertragsstaaten:**  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE**  
**Benannte Erstreckungsstaaten:**  
**AL LT LV MK RO SI**

**(72) Erfinder: Uhl, Günter**  
**74921 Helmstadt-Bargen (DE)**

**(74) Vertreter:**  
**Wilhelms, Rolf E., Dr.**  
**WILHELMS, KILIAN & PARTNER**  
**Patentanwälte**  
**Eduard-Schmid-Strasse 2**  
**81541 München (DE)**

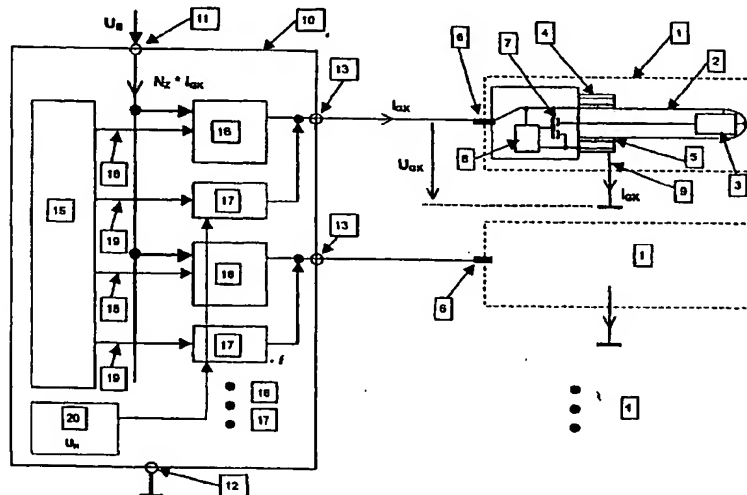
**(30) Priorität: 15.09.1998 DE 19842148**

**(71) Anmelder: Beru AG**  
**71636 Ludwigsburg (DE)**

(54) **System zum Glühen und Ionenstrom-Messen und Ionenstrom-Glühkerzen für dieses System**

(57) Ionenstrom-Meßglühkerze mit elektrischem Anschluß für den Glühstrom eines Heizelements, das in einem Glührohr brennraumseitig angeordnet ist, wobei das Glührohr in einem Kerzengehäuse, gegenüber diesem isoliert, angeordnet ist, und wobei das Kerzengehäuse mit dem Motorblock in elektrischer Verbindung

steht, wobei im anschlußseitigen Bereich der Kerze ein Halbleiterschalter 8 integriert oder modular angeordnet ist, der von einem Steuersignal angesteuert wird und den zweiten Anschluß des Heizelements 3 über das Kerzengehäuse 4 an den Motorblock Masse schaltet.



Figur 2

## Beschreibung

[0001] Die Ionenstrom-Messung im Brennraum eines Zylinders liefert verschiedene Informationen über den Verlauf der Verbrennung. In einem Motor mit mehreren Zylindern kann man in einem, in mehreren oder in allen Zylindern diese Ionenstrom-Messung durchführen. Ein System zum Glühen und Ionenstrom-Messen benötigt spezielle Glühkerzen und ein spezielles Steuergerät, das nicht nur wie bisher den Glühvorgang steuert sondern auch eine Hilfsspannung  $U_H$  zur Verfügung stellt die an die Glühkerzen angelegt werden kann, und die Ionenstrom-Messung durchführt. Die Glühkerzen müssen so gestaltet sein, daß sie zumindest im Bereich der Glühkerzenspitze eine Meßelektrode darstellen, an die eine Hilfsspannung  $U_H$  angelegt werden kann. Diese Spannung liegt dann zwischen der Elektrode und der Zylinderinnenwand. Werden nun durch den Verbrennungsvorgang Ionen erzeugt, kommt es zu einem Stromfluß. Dessen Verlauf läßt Rückschlüsse auf den Verbrennungsvorgang im Zylinder zu. Vorzugsweise bildet man die Glühkerze so aus, daß Teile des in den Zylinder hineinragenden Heizers auch als Elektrode benutzt werden können. D.h. Heizer und Elektrode sind elektrisch miteinander verkoppelt.

[0002] Zur Erläuterung werden im folgenden ein System aus dem Stand der Technik und das erfindungsgemäße System anhand der Fig. 1 und 2 beschrieben, wobei die Bezugszeichen folgende Bedeutung besitzen:

- (1) Glühkerze mit elektrisch isoliertem Heizer
- (2) Elektrode für Ionenstrom-Messung, kann als geschlossenes Rohr ausgebildet sein und den Heizer (3) enthalten
- (3) Heizer, einseitig an einer beliebigen Stelle elektrisch mit der Elektrode (2) verbunden
- (4) Kerzenkörper, elektrisch gegen Elektrode (2) isoliert
- (5) elektrische Isolierung
- (6) elektrischer Anschluß, Hochstromkontakt
- (7) Halbleiterschalter, z.B. n-Kanal MOS-FET-Transistor
- (8) Spannungs-Auswerteschaltung
- (9) Masseverbindung des Kerzenkörpers (4) zum Motorblock
- (10) Steuergerät
- (11) Versorgungsspannungsanschluß  $U_B$ , Stromzufuhr
- (12) Masseanschluß, Stromabfuhr
- (13) Glühkerzenanschluß, Strom zur Glühkerze
- (14) Glühkerzenanschluß, Stromrückfluß von Glühkerze
- (15) Steuereinheit
- (16) Schaltstufe für Glühstrom  $I_{GK}$
- (17) Schaltstufe für Ionenstrom-Messung
- (18) Steuersignal für Funktion "Glühen"
- (19) Steuersignal für Funktion "Ionenstrom-Messen"
- (20) Hilfsspannungserzeugung  $U_H$

[0003] Ein vorbekanntes übliches System (Figur 1) besteht aus einer Anzahl  $N_Z$  von Glühkerzen (1) und einem Steuergerät (10);  $N_Z$  ist die Anzahl der Zylinder des jeweiligen Motors. Um eine, mehrere oder alle  $N_Z$  Glühkerzen (1) zur Ionenstrom-Messung einsetzen zu können, werden spezielle Ionenstrom-Meßglühkerzen benötigt, bei denen die Elektrode (2) und der Heizer (3) elektrisch gegen den Kerzenkörper (4) isoliert sind. Derartige Glühkerzen weisen zwei elektrische Anschlüsse (6) auf mit denen die Glühkerzen mit einem Steuergerät (10) verbunden werden.

[0004] Das Steuergerät (10) enthält eine Steuereinheit (15), die alle Funktionen steuert; vorzugsweise wird hier ein Mikroprozessor zum Einsatz kommen. An das Steuergerät (10) können  $N_Z$  Glühkerzen (1) angeschlossen werden. Für jede Glühkerze (1) ist eine Schaltstufe für den Glühstrom  $I_{GK}$  (16) und zusätzlich, wenn mit der Glühkerze auch Ionenstrom-Messung durchgeführt werden soll, eine Schaltstufe für die Ionenstrom-Messung (17) vorgesehen. Jede auch zur Ionenstrom-Messung eingesetzte Glühkerze (1) wird über zwei Anschlüsse (13) und (14) an die beiden Schaltstufen (16) und (17) angeschlossen. Jede Schaltstufe wird durch ein Steuersignal für Funktion "Glühen" (18) bzw. Steuersignal für Funktion "Ionenstrom-Messen" (19) angesteuert. Während der Ionenstrom-Messung ist die Funktion "Glühen" inaktiv. Die Schaltstufe (16) trennt die Glühkerze (1) galvanisch von dem Versorgungsspannungsanschluß (11) und dem Masseanschluß (12); gleichzeitig wird über die Schaltstufe (17) eine Hilfsspannung  $U_H$  für die Ionenstrom-Messung an die als Meßelektrode geschaltete Glühkerze (1) angelegt und die Ionenstrom-Messung durchgeführt.

[0005] Während des Glühvorganges fließt durch jede Schaltstufe (16) und jede Glühkerze (1) der Strom  $I_{GK}$ . Für die in Figur 1 dargestellte Schaltung ergibt sich beispielhaft der folgende Strompfad:

(11) → (16) → (13) → (6) → (3) → (2) → (6) → (14) → (16) → (12)

[0006] Vor allem, wenn alle Glühkerzen (1) auch zur Ionenstrom-Messung eingesetzt werden, bedeutet dies, daß

über den Versorgungsspannungsanschluß (11) und den Masseanschluß (12) ein Vielfaches des Stromes  $I_{GK}$  fließt, nämlich ein um den Faktor  $N_Z$ , Anzahl der Zylinder, erhöhter Strom  $N_Z \cdot I_{GK}$ . Daraus resultiert eine sehr hohe Strombelastung dieser beiden Anschlüsse. Z.B. ergibt sich für eine 8-Zylinder-Motor bei einem Glühkerzenstrom  $I_{GK} = 30$  A ein Gesamtstrom von 240 A durch die beiden Anschlüsse (11) und (12).

5 **[0007]** Der oben beschriebene konventionelle Systemaufbau für Glühen und Ionenstrom-Messung weist mehrere gravierende Mängel auf:

- Die zur Ionenstrom-Messung verwendeten Glühkerzen müssen zweipolig angeschlossen werden; an der Glühkerze wird ein neues Stecksystem erforderlich. Ein entsprechender Steckverbinder muß zwei Hochstromkontakte ausweisen und ist damit deutlich teurer als die einpolige Ausführung.
- Das Aufstecken eines zweipoligen Gegensteckers auf die im Motorblock montierte Glühkerze ist aufwendiger als das Stecken eines rotationssymmetrischen Steckers.
- Die Rückführung des Glühkerzenstromes zum Steuergerät erfordert eine zweite Hochstromleitung mit großem Kabelquerschnitt mit einem entsprechenden Steckanschluß am Steuergerät: Mehrkosten im Steuergerät und durch die zusätzlichen Kabel.
- Die zweite Hochstromleitung erhöht zusammen mit den sich ergebenden zusätzlichen Kontaktstellen die unerwünschten Übergangswiderstände und reduziert so die Spannung an der Glühkerze.
- Im Steuergerät ist zusätzlich zu dem schon immer vorhandenen Hochstromanschluß in der Plus-Leitung (Strombelastung: Summe aller Glühkerzen-Ströme), der meist als Schraubanschluß ausgeführt ist, ein weiterer Hochstromanschluß in der Minus-Leitung erforderlich: Mehrkosten und Mehraufwand bei der Montage.

**[0008]** Diese Nachteile werden durch den im folgenden beschriebenen erfindungsgemäßen Systemaufbau überwunden; es wird anhand der bevorzugten Ausführungsform gemäß Fig. 2 beschrieben.

25 **[0009]** Das System besteht aus einem Steuergerät (10) und einer Anzahl  $N_Z$  Glühkerzen;  $N_Z$  ist die Anzahl der Zylinder des jeweiligen Motors. Eine, manche oder alle Glühkerzen sind spezielle Ionenstrom-Meßglühkerzen (1) mit integriertem elektronischem Schalter, die nur einpolig mit dem Steuergerät (10) verbunden werden. Der elektronische Schalter kann auch in einem Modul enthalten sein, das auf die Glühkerze aufgesteckt wird.

30 **[0010]** Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der entsprechenden Glühkerzen (1) wird im einzelnen weiter unten beschrieben; im Prinzip sind diese speziellen Ionenstrom-Meßglühkerzen (1) so aufgebaut, daß die Elektrode (2) und der Heizer (3) elektrisch gegen den Kerzenkörper (4) isoliert sind. Weiterhin enthalten sie einen Halbleiterschalter (7) und eine Spannungs-Auswerteschaltung (8). Diese Glühkerzen weisen nur einen elektrischen Anschluß (6) zur Verbindung mit dem Steuergerät (10) auf. Die Spannungs-Auswerteschaltung (8) wertet Veränderungen der Spannung  $U_{GK}$  am Anschluß (6) hinsichtlich Amplitude bzw. hinsichtlich der zeitlichen Änderung (z.B. steigende oder fallende Flanke) aus und steuert entsprechend den Halbleiterschalter (7) an.

35 **[0011]** Das Steuergerät (10) enthält eine Steuereinheit (15), die alle Funktionen steuert; vorzugsweise wird hier ein Mikroprozessor zum Einsatz kommen. An das Steuergerät (10) können  $N_Z$  Glühkerzen (1) angeschlossen werden. Für jede Glühkerze (1) ist eine Schaltstufe für Glühstrom  $I_{GK}$  (16) und zusätzlich, wenn mit der Glühkerze auch Ionenstrom-Messung durchgeführt werden soll, eine Schaltstufe für Ionenstrom-Messung (17) vorgesehen. Jede der auch zur Ionenstrom-Messung verwendeten Glühkerze (1) wird über einen Anschluß (13) an die beiden Schaltstufen (16) und (17) angeschlossen. Jede Schaltstufe wird durch ein Steuersignal für Funktion "Glühen" (18) bzw. Steuersignal für Funktion "Ionenstrom-Messen" (19) angesteuert. Beim Umschalten von der einen in die andere Funktion werden am Glühkerzenanschluß (13) Veränderungen der Spannung  $U_{GK}$  hinsichtlich Amplitude bzw. hinsichtlich der zeitlichen Änderung (z.B. steigende oder fallende Flanke) hervorgerufen, die dann von der Spannungs-Auswerteschaltung (8) der Glühkerze (1) ausgewertet werden. Für die Ionenstrom-Messung werden Elektrode (2) und Heizer (3) durch den Halbleiterschalter (7) galvanisch von dem Masseanschluß (9) und durch die Schaltstufe (16) vom Versorgungsspannungsanschluß (11) getrennt. Gleichzeitig wird über die Schaltstufe (17) eine Hilfsspannung  $U_H$  für die Ionenstrom-Messung an die als Meßelektrode geschaltete Glühkerze (1) angelegt und die Ionenstrom-Messung durchgeführt.

45 **[0012]** Während des Glühvorganges fließt durch jede Schaltstufe (16) der Strom  $I_{GK}$  zu den einzelnen Glühkerzen (1) und von dort weiter zu dem auf Massepotential liegenden Motorblock. Für die in Figur 2 dargestellte Schaltung ergibt sich beispielhaft der folgende Strompfad:

(11) → (16) → (13) → (6) → (2) → (3) → (7) → (4) → (9)

50 **[0013]** Das bedeutet, daß im Steuergerät (10) nur über den Versorgungsspannungsanschluß (11) ein Vielfaches des Stromes  $I_{GK}$  fließt, nämlich ein um den Faktor  $N_Z$ , Anzahl der Zylinder, erhöhter Strom  $N_Z \cdot I_{GK}$ . Daraus resultiert die hohe Strombelastung für diesen Anschluß. Z.B. ergibt sich für eine 8-Zylinder-Motor bei einem Glühkerzenstrom  $I_{GK} = 30$  A ein Gesamtstrom von 240 A durch den Anschluß (11). Der Anschluß (12) wird nicht mit diesem Strom belastet.

55 **[0014]** Im folgenden werden Glühkerzen zur Ionenstrommessung beschrieben, die in dem zuvor beschriebenen System einsetzbar sind, und solche, die in Kombination mit einem entsprechend angepaßten Steuergerät des beschriebenen Systems zu gleichen Zwecken verwendbar sind. Hierzu werden zur Erläuterung die Fig. 3 bis 12 ver-

wendet, in denen den Bezugszeichen folgende Bedeutung zukommt:

- (1) Glühkerze mit elektrisch isoliertem Heizer
- (2) Elektrode für Ionenstrom-Messung, kann als geschlossenes Rohr ausgebildet sein und den Heizer (3) enthalten
- (3) Heizer, einseitig an einer beliebigen Stelle elektrisch mit der Elektrode (2) verbunden
- (4) Kerzenkörper, elektrisch gegen Elektrode (2) isoliert
- (5) elektrische Isolierung
- (6) elektrischer Anschluß, Stromzufuhr
- (7) elektrischer Anschluß, Steuersignal
- (8) Halbleiterschalter, z.B. n-Kanal MOS-FET-Transistor
- (9) Spannungs-Auswerteschaltung
- (10) Widerstand
- (11) Halbleiterschalter
- (12) Schalter
- (13) Schalter
- (14) Widerstand
- (15) Schaltmodul mit Halbleiterschalter (8)
- (16) Leitung für Stromzufuhr
- (17) Leitung für Steuersignal

**[0015]** Soll eine Glühkerze auch zur Ionenstrom-Messung eingesetzt werden, so benötigt man im Bereich der Glühkerzenspitze zusätzlich eine Meßelektrode, an die eine Hilfsspannung  $U_H$  angelegt wird. Diese Spannung kann eine Gleich- oder eine Wechselspannung sein. Die Spannung  $U_H$  liegt dann zwischen der Elektrode und der Zylinderinnenwand. Werden nun durch den Verbrennungsvorgang Ionen erzeugt, kommt es zu einem Stromfluß. Dessen Verlauf läßt Rückschlüsse auf den Verbrennungsvorgang im Zylinder zu. Vorzugsweise bildet man die Glühkerze so aus, daß Teile des in den Zylinder hineinragenden Heizers auch als Elektrode benutzt werden können. D.h. Heizer und Elektrode sind elektrisch miteinander verkoppelt.

**[0016]** Die Ionenstrom-Meßglühkerze muß mit zwei Leitungen an ein zugehöriges Steuergerät angeschlossen werden. Über beide Leitungen fließt der Betriebsstrom der Glühkerze. Da dieser Strom sehr hoch ist, typische Werte liegen im Bereich zwischen 30 und 40 A, müssen die Leitungen und zugehörige Verbindungseinrichtungen entsprechend massiv und damit teuer ausgelegt werden.

**[0017]** Erfindungsgemäß wird ein Halbleiterschalter in die Glühkerze oder in ein auf die Glühkerze aufgestecktes Modul, integriert, so daß nur noch über eine Leitung der Betriebsstrom der Glühkerze fließt; es ist sogar möglich, wie bei konventionellen Glühkerzen nur eine einzige Leitung zum Anschluß der Glühkerze zu verwenden.

**[0018]** Eine vorbekannte 2-polige Ionenstrom-Meßglühkerze weist gemäß Figur 3 folgende Merkmale auf:

- Glühkerze mit 2 elektrischen Anschlüssen (6)
- Elektrode (2) und Heizer (3) sind elektrisch durch den Kerzenkörper (4), der ein Isolierelement (5) enthält gegenüber dem Motorblock isoliert
- die Elektrode (2) ist an einer beliebigen Stelle mit einem der beiden Anschlüsse des Heizers (3) verbunden
- über beide elektrische Anschlüsse (6) fließt der Glühstrom
- Zur Ionenstrom-Messung wird an einen der beiden Anschlüsse (6) die Hilfsspannung  $U_H$  angelegt, der andere Anschluß bleibt unbeschaltet.

**[0019]** Demgegenüber ist gemäß Fig. 4 eine erfindungsgemäße Ausführungsform einer 2-poligen Ionenstrom-Meßglühkerze mit integriertem elektronischem Schalter durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

Glühkerze (1) mit 2 elektrischen Anschlüssen (6) und (7)

- Elektrode (2) und Heizer (3) sind elektrisch durch den Kerzenkörper (4), der ein Isolierelement (5) enthält, gegenüber dem Motorblock isoliert

die Elektrode (2) ist an einer beliebigen Stelle mit einem der beiden Anschlüsse des Heizers (3) verbunden  
 nur über einen elektrischen Anschluß (6) fließt der Glühstrom  
 der zweite elektrische Anschluß (7) führt nur ein Steuersignal, mit dem ein Halbleiterschalter (8) angesteuert wird, der den zweiten Anschluß des Heizers (3) über den Kerzenkörper (4) an den Motorblock (= Masse) schaltet

**[0020]** Eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen 2-polige Ionenstrom-Meßglühkerze mit aufgestecktem elektronischen Schalter weist gemäß Figur 5 folgende Merkmale auf: Glühkerze (1) mit 3 elektrischen Anschlüssen (6)

auf die Glühkerze (1) aufgesteckbares Schaltmodul (15) mit einem elektronischen Schalter (8) mit zwei Leitungen für Stromzufuhr (16) und für ein Steuersignal (17) und Gegensteckern (18) zu den Anschlüssen (6)

- Elektrode (2) und Heizer (3) sind elektrisch durch den Kerzenkörper (4), der ein Isolierelement (5) enthält, gegenüber dem Motorblock isoliert

die Elektrode (2) ist an einer beliebigen Stelle mit einem der beiden Anschlüsse des Heizers (3) verbunden nur über einen elektrischen Leitung (16) fließt der Glühstrom  
der zweite elektrische Leitung (17) führt nur ein Steuersignal, mit dem ein Halbleiterschalter (8) angesteuert wird, der den zweiten Anschluß des Heizers (3) über den Kerzenkörper (4) an den Motorblock (= Masse) schaltet.

**[0021]** Eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen 1-poligen Ionenstrom-Meßglühkerze mit integriertem elektronischen Schalter weist gemäß Figur 6 folgende Merkmale auf:

Glühkerze mit einem elektrischen Anschluß (6)

- Elektrode (2) und Heizer (3) sind elektrisch durch den Kerzenkörper (4), der ein Isolierelement (5) enthält gegenüber dem Motorblock isoliert

die Elektrode (2) ist an einer beliebigen Stelle mit einem der beiden Anschlüsse des Heizers (3) verbunden die Spannung am elektrischen Anschluß (6) wird ausgewertet und ein Halbleiterschalter (8) angesteuert wird, der den zweiten Anschluß des Heizers über den Kerzenkörper (4) an den Motorblock (= Masse) schaltet.

**[0022]** Eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen 1-poligen Ionenstrom-Meßglühkerze mit aufgestecktem elektronischen Schalter ist gemäß Figur 7 durch folgende Merkmale charakterisiert:

Glühkerze (1) mit 3 elektrischen Anschlüssen (6)  
auf die Glühkerze (1) aufgesteckbares Schaltmodul (15) mit einem elektronischen Schalter (8) mit einer Leitung für Stromzufuhr (16) und Gegensteckern (18) zu den Anschlüssen (6)

- Elektrode (2) und Heizer (3) sind elektrisch durch den Kerzenkörper (4), der ein Isolierelement (5) enthält gegenüber dem Motorblock isoliert

die Elektrode (2) ist an einer beliebigen Stelle mit einem der beiden Anschlüsse des Heizers (3) verbunden die Spannung am elektrischen Anschluß (16) wird ausgewertet und ein Halbleiterschalter (8) angesteuert wird, der den zweiten Anschluß des Heizers über den Kerzenkörper (4) an den Motorblock (= Masse) schaltet.

**[0023]** Im folgenden wird anhand der Fig. 8 das elektrische Verhalten einer erfindungsgemäßen 2-poligen Ionenstrom-Meßglühkerze mit elektronischem Schalter beschrieben:

Wird an den Anschluß (7) bzw. (17) eine Spannung  $U_{St}$  angelegt, die ausreicht den Halbleiterschalter (8) durchzusteuern (z.B.  $U_{St} = 5 \dots 10 \text{ V}$ ), so kann, wenn am Anschluß (6) bzw. (16) eine Spannung  $U_{GK} = U_B$  anliegt, ein Strom von Anschluß (6) bzw. (16) durch Elektrode (2) und Heizer (3), den Halbleiterschalter (8) zu dem auf Masse liegenden Kerzenkörper (4) fließen, Figur 8. Ist der Halbleiterschalter (8) gesperrt, so kann zur Ionenstrom-Messung an den Anschluß (6) bzw. (16) eine Spannung  $U_{GK} = U_H$ , z.B. mit  $U_H > U_B$ , angelegt werden. Die Spannung  $U_H$  kann eine Gleich- oder eine Wechselspannung sein D.h. immer dann, wenn nicht geglüht wird, ist eine Ionenstrom-Messung möglich.

Im folgenden wird anhand der Fig. 9 das elektrische Verhalten einer erfindungsgemäßen 1-poligen Ionenstrom-Meßglühkerze beschrieben:

**Variante 1:  $U_H > U_B$**

**[0024]** Zur Ionenstrom-Messung wird eine Hilfsspannung  $U_H$  benutzt, die deutlich größer ist als die Bordnetzspannung  $U_B$ , z.B.  $U_B = 14 \text{ V}$ ,  $U_H = 40 \text{ V}$ . Die Spannung  $U_H$  kann eine Gleich- oder eine Wechselspannung sein. Dem Halbleiterschalter (8) ist eine Spannungsauswerteschaltung (9), die einen Schwellwert-Detektor (Komparator) mit der

Schaltsschwelle  $U_S$  beinhaltet vorgeschaltet, die in Abhängigkeit von der am Anschluß (6) bzw. an (16) und dem Kerzenkörper (4) anliegenden Spannung  $U_{GK}$  den Halbleiterschalter (8) durchschaltet:  $U_{GK} \approx U_B$ , oder sperrt:  $U_{GK} \approx U_H$ . Ist  $U_H$  eine Wechselspannung, so wird man vorzugsweise die Amplitude oder den Effektivwert der Spannung auswerten. Die Schaltschwelle  $U_S$  wird man so wählen, daß sie größer als  $U_B$  und kleiner als  $U_H$  ist:

$$U_B < U_S < U_H$$

10 [0025] Für  $U_{GK} < U_S$  wird der Halbleiterschalter (8) durchgeschaltet und es kann ein Strom von Anschluß (6) bzw. von (16) durch Elektrode (2) und Heizer (3), den Halbleiterschalter (8) zum auf Masse liegenden Kerzenkörper (4) fließen, Figur 9. Ist der Halbleiterschalter (8) gesperrt,  $U_{GK} = U_H$ , so liegt zur Ionenstrom-Messung die Spannung  $U_H$  an dem Anschluß (6) bzw. (16) an. D.h. immer dann, wenn nicht geglüht wird, ist eine Ionenstrom-Messung möglich.

#### 15 Variante 2: $U_H > U_B$

[0026] Zur Ionenstrom-Messung wird eine Hilfsspannung  $U_H$  benutzt, die deutlich größer ist als die Bordnetzspannung  $U_B$ , z.B.  $U_B = 14$  V,  $U_H = 40$  V. Die Spannung  $U_H$  kann eine Gleich- oder eine Wechselspannung sein. Dem Halbleiterschalter (8) ist eine Spannungsauswerteschaltung (9) vorgeschaltet, die Spannungsänderungen von  $U_{GK}$  bewertet. Diese schaltet in Abhängigkeit von Veränderungen der am Anschluß (6) bzw. an (16) und dem Kerzenkörper (4) anliegenden Spannung  $U_{GK}$  den Halbleiterschalter (8) durch. Ist  $U_H$  eine Wechselspannung, so wird man vorzugsweise die Amplitude oder den Effektivwert der Spannung auswerten. Ändert sich  $U_{GK}$  von der höheren Spannung  $U_H$  nach der Spannung  $U_B$ , so wird der Halbleiterschalter (8) durchgeschaltet, siehe Figur 10. Befindet sich  $U_{GK}$  auf dem Niveau von  $U_B$  und reduziert sich dann  $U_{GK}$  um einen Spannungswert  $\Delta U$ , z.B.  $\Delta U \approx 0,5$  V, so wird der Halbleiterschalter (8) gesperrt. Als Reaktion erhöht sich die Spannung  $U_{GK}$  anschließend wieder auf den Wert  $U_H$ .

[0027] Ist der Halbleiterschalter (8) durchgeschaltet, so kann ein Strom von Anschluß (6) bzw. (16) durch Elektrode (2) und Heizer (3), den Halbleiterschalter (8) zum auf Masse liegenden Kerzenkörper (4) fließen. Ist der Halbleiterschalter (8) gesperrt,  $U_{GK} = U_H$ , so liegt zur Ionenstrom-Messung die Spannung  $U_H$  an dem Anschluß (6) bzw. (16) an. D.h. immer dann, wenn nicht geglüht wird, ist eine Ionenstrom-Messung möglich.

#### 30 Variante 3: $U_H = U_B$

35 [0028] Zur Ionenstrom-Messung wird keine höhere Hilfsspannung  $U_H$  benötigt, es kann die Bordnetzspannung  $U_B$  verwendet werden,  $U_H = U_B$ . Die Spannung  $U_B$  kann eine Gleich- oder eine Wechselspannung sein. Die Spannung  $U_B$  kann entweder über den Schalter (12) niederohmig oder über den Schalter (13) und den Widerstand (14) an den Anschluß (6) bzw. (16) der Glühkerze geschaltet werden, siehe Figur 11. Dem Halbleiterschalter (8) ist eine Spannungsauswerteschaltung (9) vorgeschaltet, die einen Schwellwert-Detektor (Komparator) mit der Schaltschwelle  $U_S$ , einen Widerstand (10) und einen weiteren Halbleiterschalter (11) beinhaltet. Ist der Halbleiterschalter (11) leitend, so ist der Widerstand (10) zwischen Masse und den Anschluß (6) bzw. (16) geschaltet.

[0029] Wird über die Schalter (12) bzw. (13) die Spannung  $U_B$  an den Anschluß (6) bzw. (16) der Glühkerze (1) geschaltet, so ist zunächst der Halbleiterschalter (11) leitend. Ist der Schalter (12) eingeschaltet, so ist die Spannung  $U_{GK}$  am Anschluß (6) bzw. an (16) gleich der Spannung  $U_B$ . Ist dagegen der Schalter (13) eingeschaltet, so bilden die Widerstände (10) und (14) einen Spannungsteiler und die Spannung  $U_{GK}$  am Anschluß (6) bzw. an (16) ist kleiner als die Spannung  $U_B$ . Wählt man für die Widerstände (10) und (14) z.B. gleiche Werte, so ergibt sich für die Spannung an Anschluß (6) bzw. an (16):

$$U_{GK} = U_B / 2$$

[0030] Die Schaltschwelle  $U_S$  wird so gewählt, daß sie zwischen der durch den Spannungsteiler aus den Widerständen (10) und (14) bestimmten Spannung und der Spannung  $U_B$  liegt. Für die beispielhafte Auslegung mit Widerstand (10) gleich Widerstand (14) wird man für  $U_S$  vorzugsweise wählen:

$$U_S = 3/4 \cdot U_B$$

**[0031]** Die Spannungsauswerteschaltung (9) wertet die Spannung  $U_{GK}$  kurz nach dem Anlegen einer Spannung an Anschluß (6) bzw. an (16) aus und steuert die Halbleiterschalter (8) und (11) entsprechend an, siehe Figur 12:

**Fall 1:**  $U_{GK} = U_B / 2$  Halbleiterschalter (8) bleibt gesperrt, Halbleiterschalter (11) wird nach Auswerten der Spannung am Anschluß (6) bzw. an (16) gesperrt.

**Fall 2:**  $U_{GK} = U_B$  Halbleiterschalter (8) wird leitend geschaltet, Halbleiterschalter (11) wird nach Auswerten der Spannung am Anschluß (6) bzw. an (16) gesperrt.

**[0032]** Für  $U_{GK} = U_B > U_S$  wird der Halbleiterschalter (8) durchgeschaltet und es kann ein Strom von Anschluß (6) bzw. von (16) durch Elektrode (2) und Heizer (3), den Halbleiterschalter (8) zum auf Masse liegenden Kerzenkörper (4) fließen, siehe auch Bild 2. Der durch den Widerstand (10) fließende Strom kann gegenüber dem durch den Heizer (3) fließenden Strom  $I_{GK}$  vernachlässigt werden.

#### Patentansprüche

1. Ionenstrom-Meßglühkerze mit elektrischem Anschluß für den Glühstrom eines Heizelements, das in einem Glührohr brennraumseitig angeordnet ist, wobei das Glührohr in einem Kerzengehäuse, gegenüber diesem isoliert, angeordnet ist und wobei das Kerzengehäuse mit dem Motorblock in elektrischer Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß im anschlußseitigen Bereich der Kerze ein Halbleiterschalter (8) integriert oder modular angeordnet ist, der von einem Steuersignal angesteuert wird und den zweiten Anschluß des Heizelements (3) über das Kerzengehäuse (4) an den Motorblock (Masse) schaltet.
2. Glühkerze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das sie zwei elektrische Anschlüsse (6) und (7) aufweist wobei über den elektrischen Anschluß (6) der Glühstrom für das Heizelement (3) zugeführt wird, während der zweite elektrische Anschluß (7) nur ein Steuersignal führt, mit dem der Halbleiterschalter (8), der den zweiten Anschluß des Heizelements (3) über den Kerzenkörper (4) an den Motorblock (Masse) schaltet, angesteuert wird.
3. Glühkerze nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet daß der elektronische Schalter (8) in einem auf die Glühkerze aufsteckbaren Schaltmodul (15) mit einem elektrischen Anschluß (6') für den Glühstrom und einem elektrischen Anschluß (7') für das Steuersignal und Gegensteckern (18) zur Verbindung mit den Anschlüssen (6) der Kerze angeordnet ist.
4. Glühkerze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nur ein elektrischer Anschluß zur Stromzufuhr vorgesehen ist, wobei dieser mit einer Spannungsauswertungsschaltung (9) verbunden ist über die der Halbleiterschalter (8) angesteuert wird.
5. Glühkerze nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet daß der Halbleiterschalter (8) und die Spannungsauswertungsschaltung (9) sowie ein elektrischer Anschluß (6'') in einem auf die Glühkerze aufsteckbaren Schaltmodul (15) mit Gegensteckern (18) zur Verbindung mit den Anschlüssen (6) angeordnet sind.
6. Steuergerät zum Ansteuern mindestens einer der Glühkerzen nach einem der Ansprüche 1 bis 5 gemäß Beschreibung.
7. Anordnung zum Glühen und/oder Ionenstrommessen, dadurch gekennzeichnet, daß sie mindestens eine Glühkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und ein Steuergerät gemäß Anspruch 6 umfaßt.

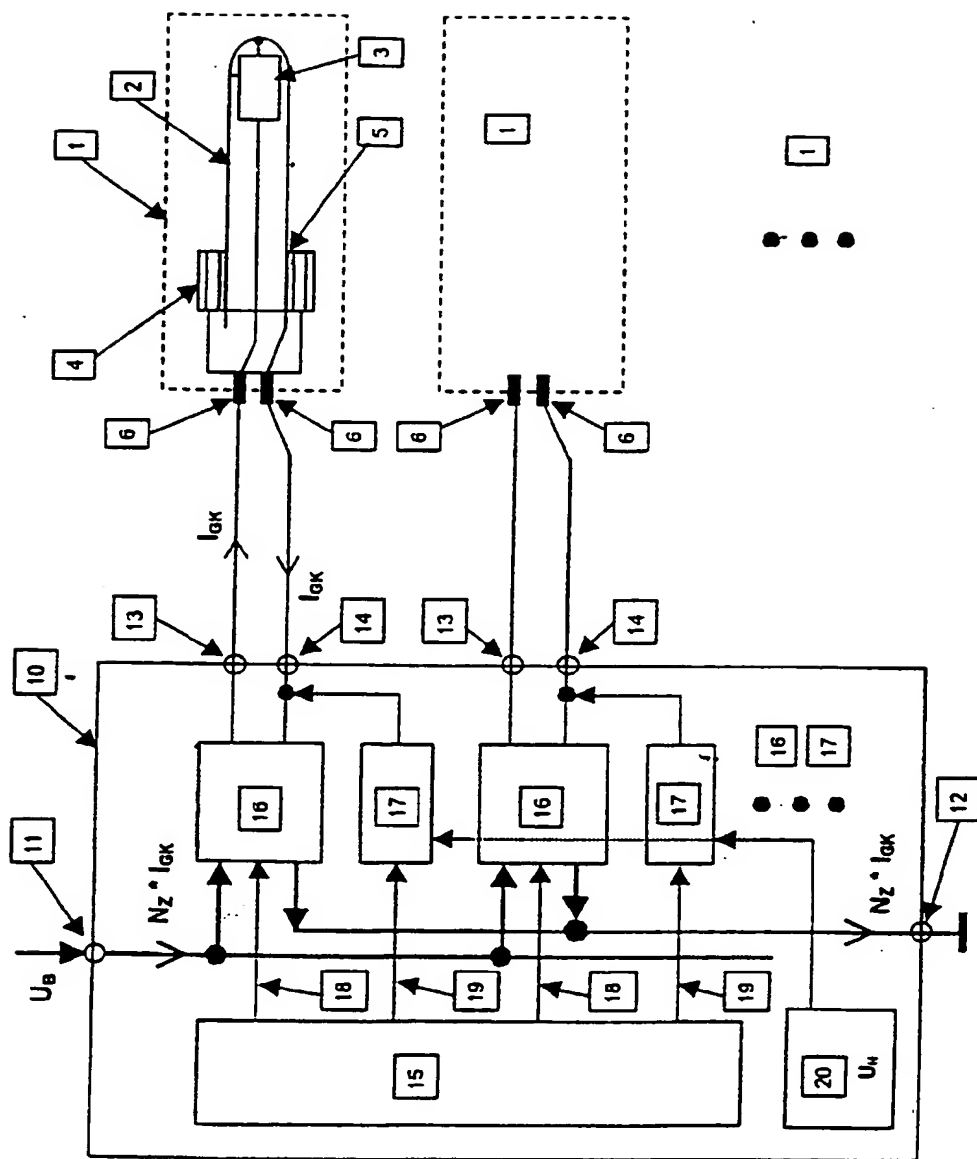


Figure 1



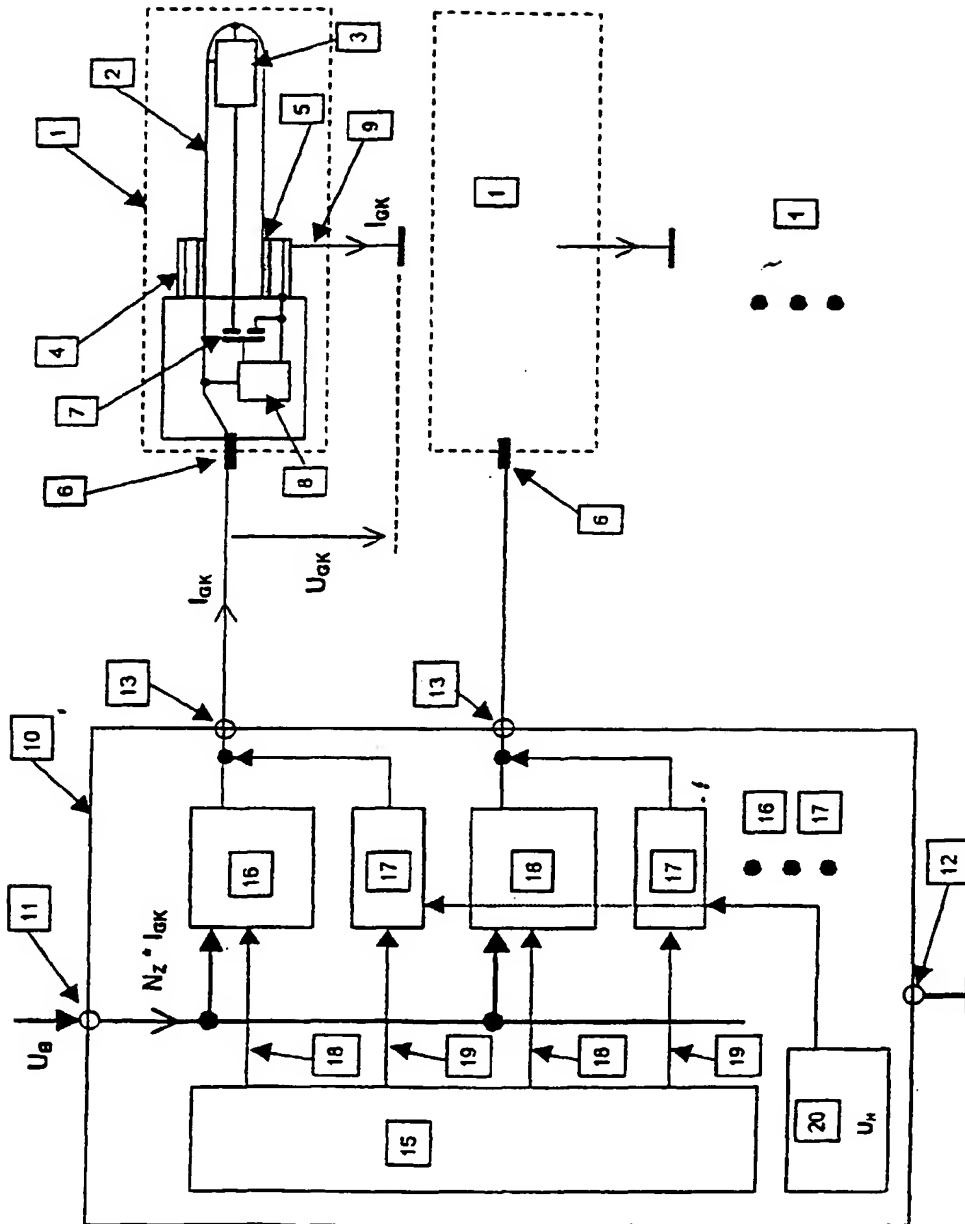
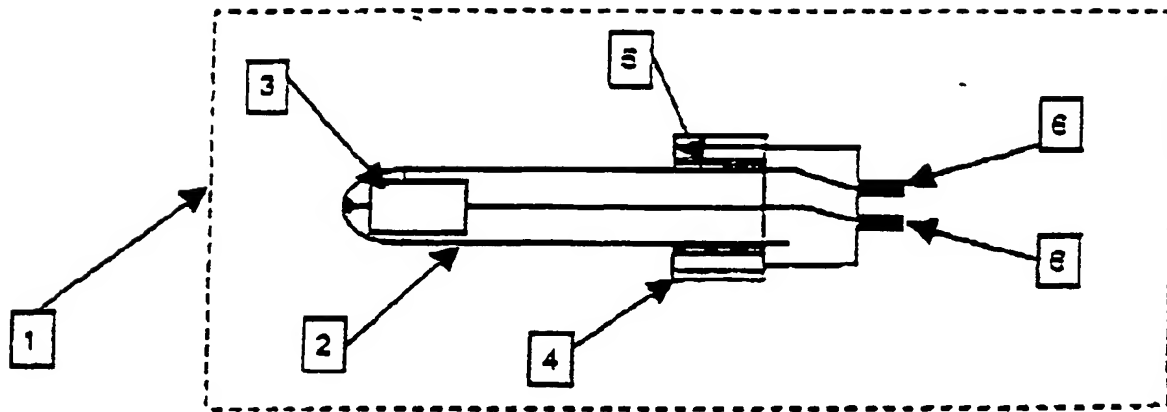
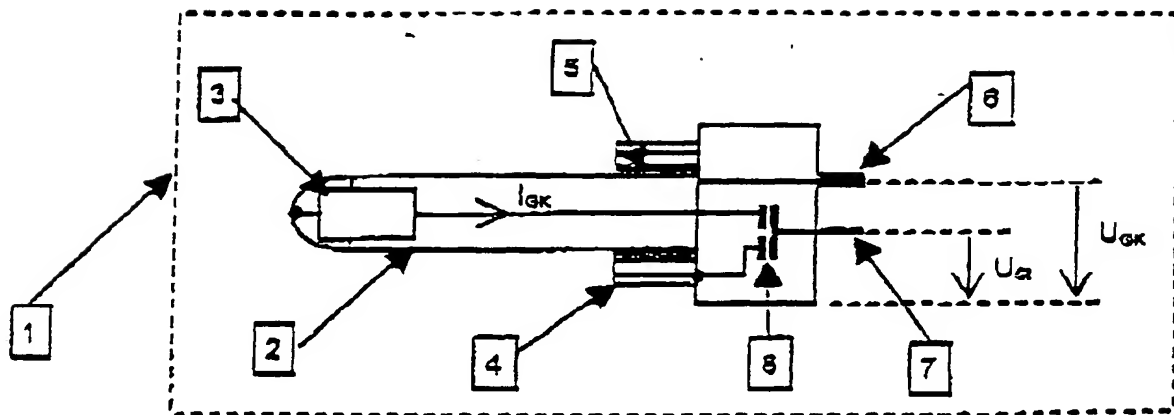


Figure 2



Figur 3



Figur 4

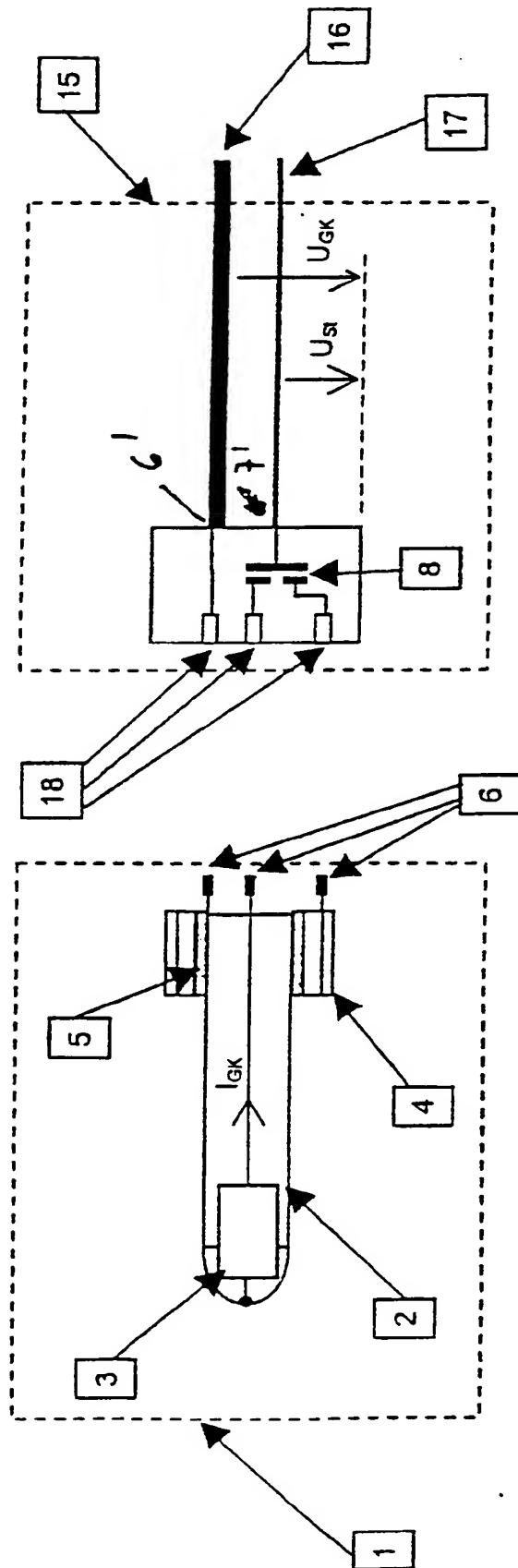
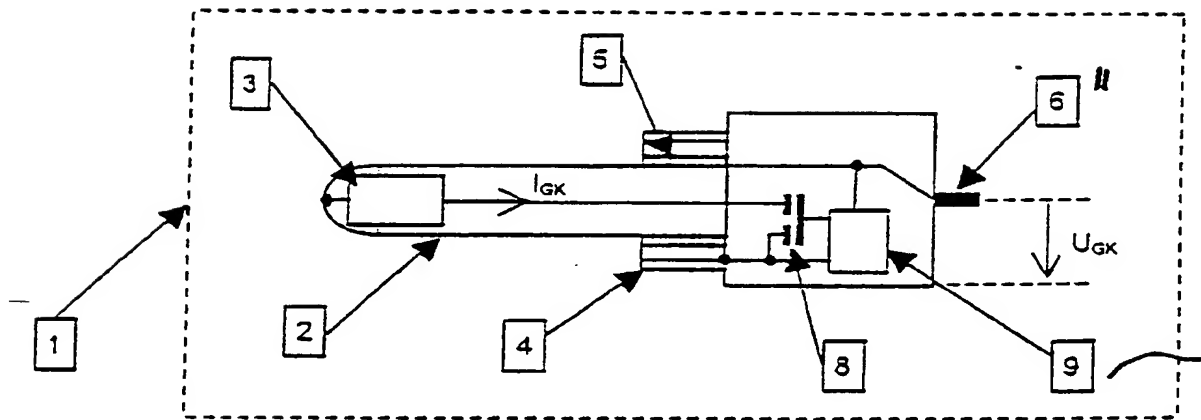
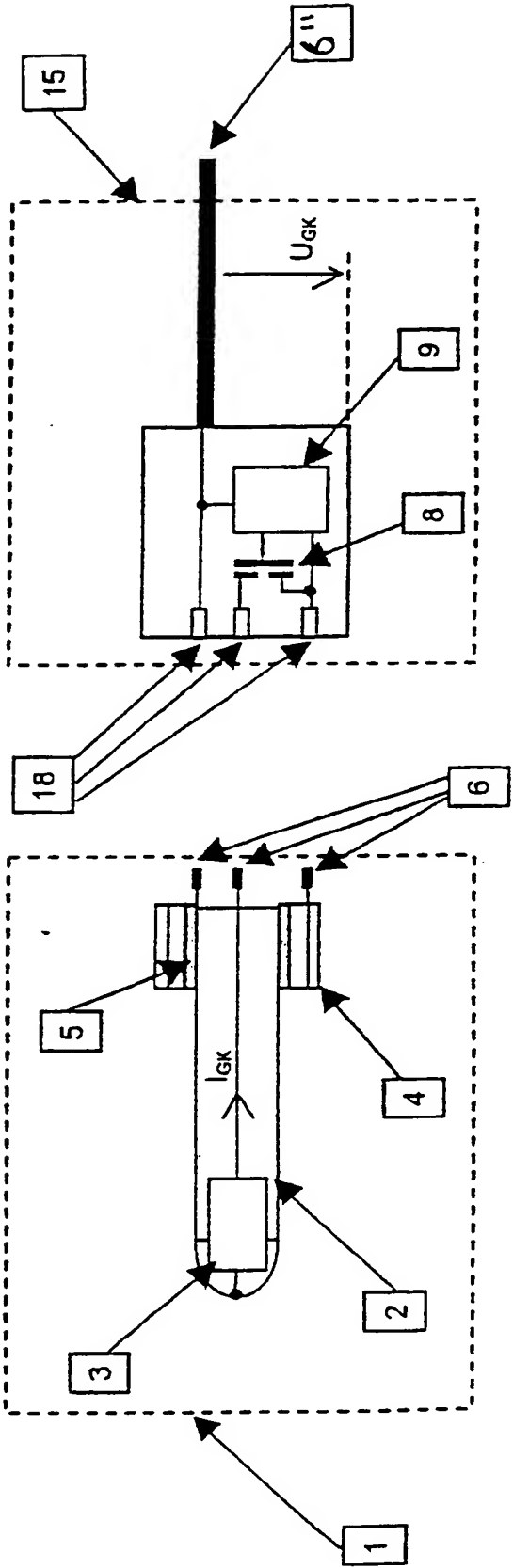


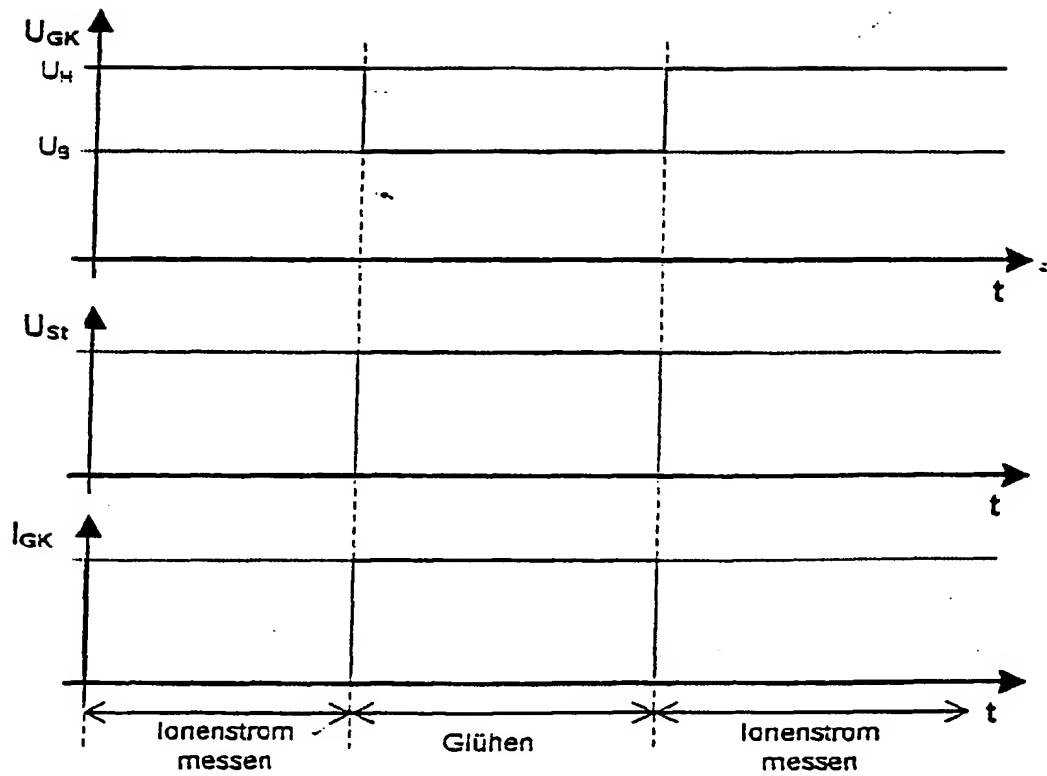
Figure 5



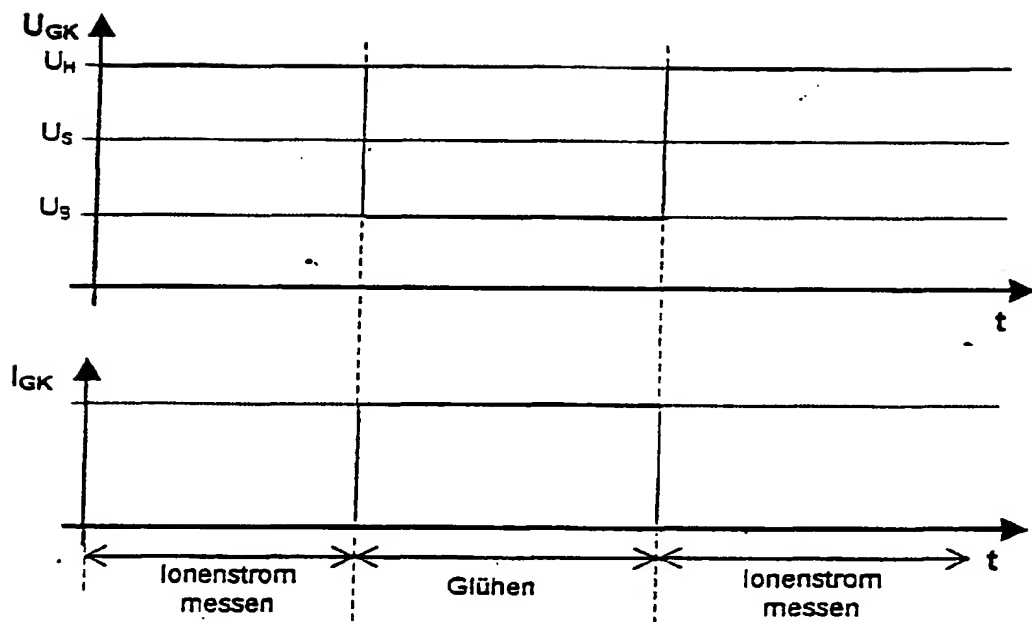
Figur 6



Figur 7

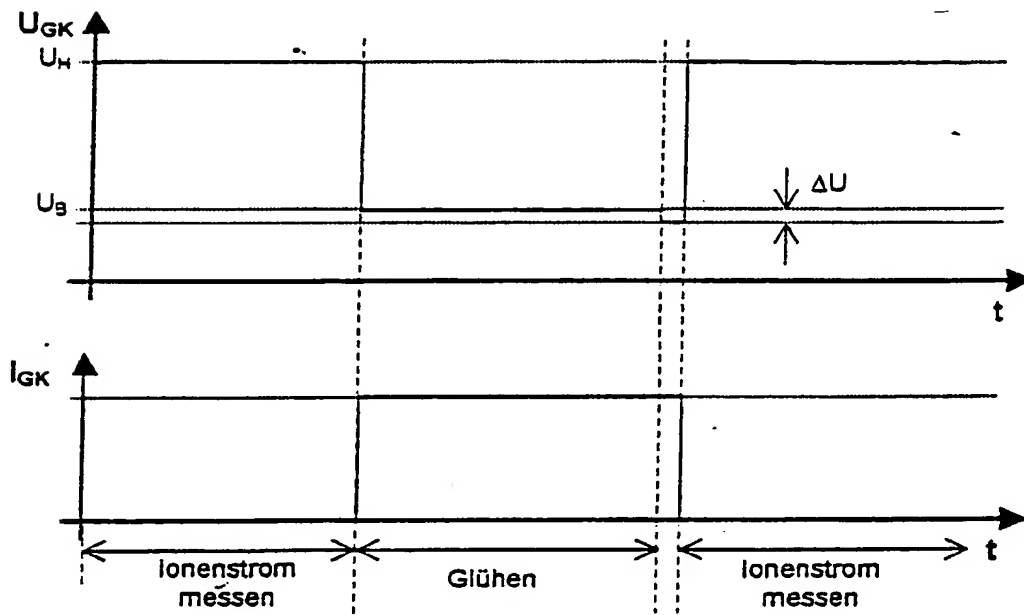


Figur 8

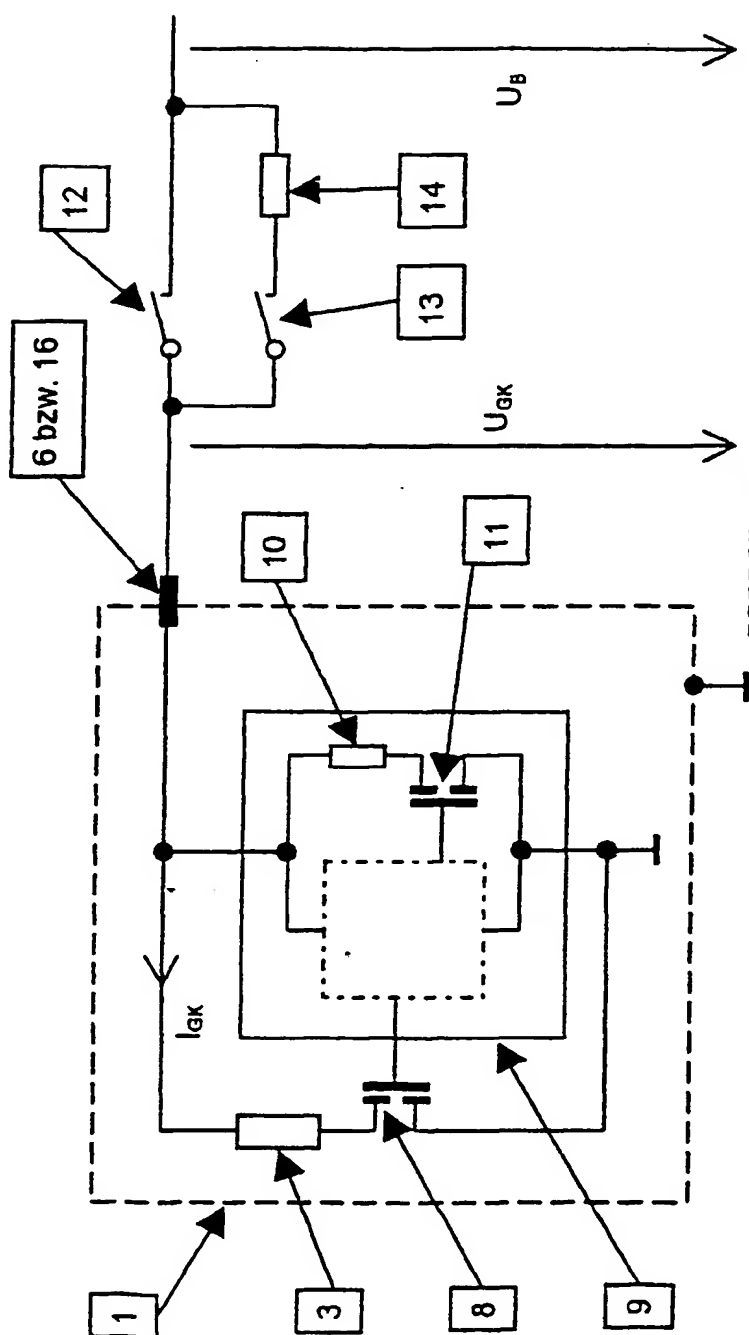


Figur 9

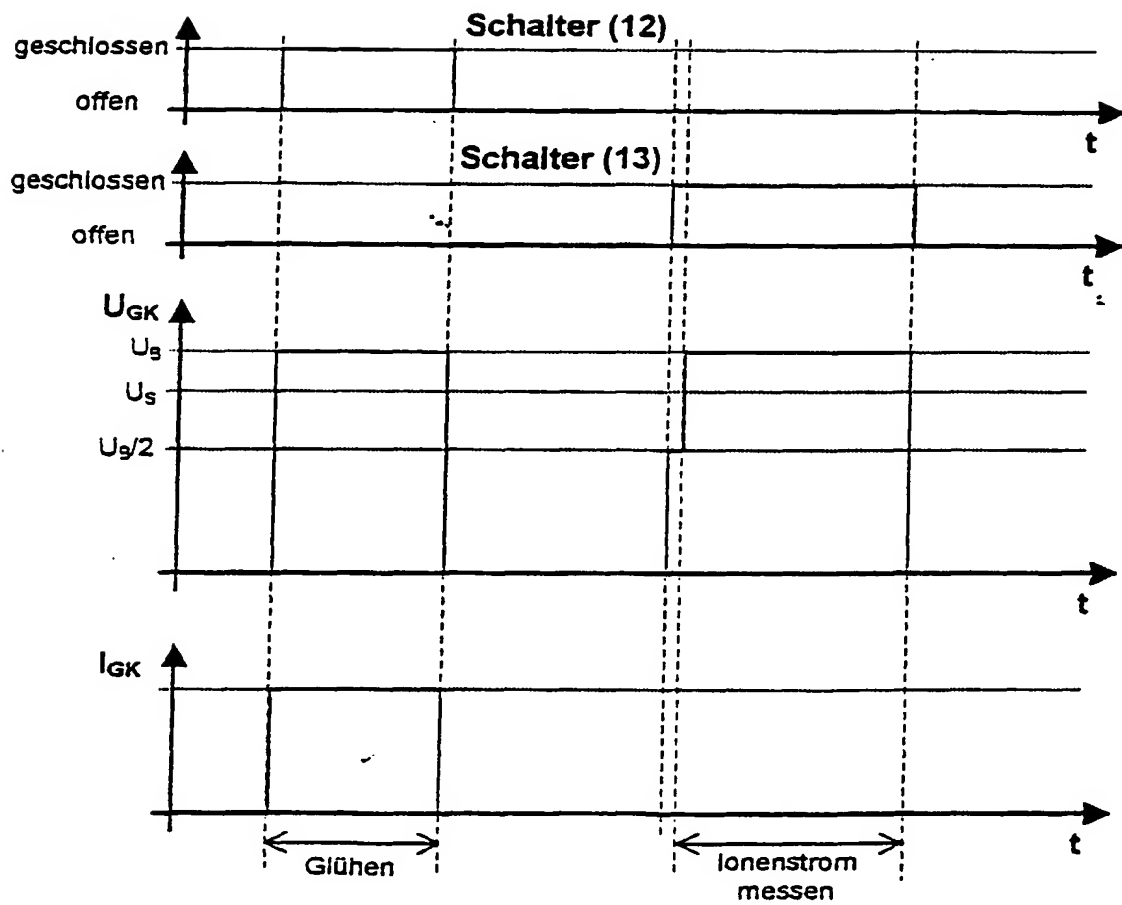




Figur 10



Figur 11



Figur 12

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**